四季的農業氣象—夏

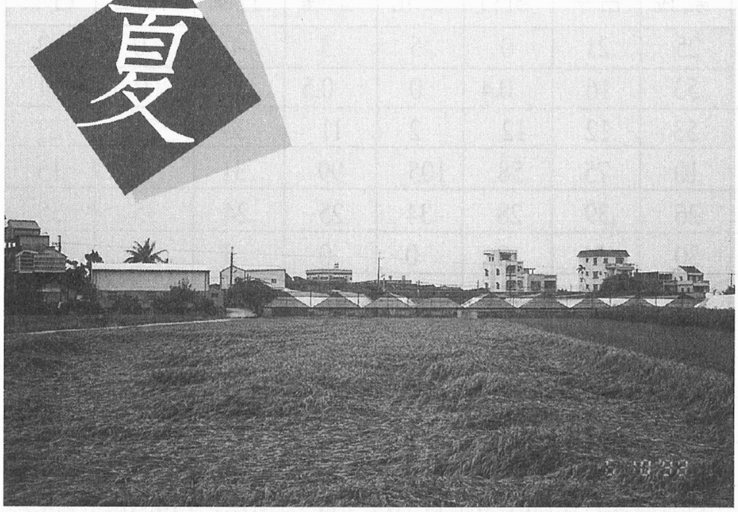
◎農試所農工系　蔡金川

春去夏來，為四季循環的一定道理，台灣為低緯近陸的山島，屬亞熱氣候，其特徵是高溫、多雨與強風，三者之季節變化與區域差異均甚明顯。夏季六至九月，平均最高溫度皆超過30℃，各地平均最高氣溫/最低氣溫，台北為32.4℃/24.0℃，台中32.2℃/23.8℃，台南32.3℃/24.5℃，台東31.3℃/24.1℃。平均氣溫，台北為27.6℃，台中27.4℃，台南27.9℃，台東27.5℃，而月平均雨量方面，台北268.8mm，台中278.1mm，台南335.5mm，台東287.3mm。夏季各地的氣溫除了台東最高氣溫之外，其他各地的氣溫條件（最高、最低、平均）都很相近，全島處於高溫熱季的狀態。

雨量方面，台灣多雨，一般言之，全島雨量分布，因受地形影響，高山多於平地，東岸多於西岸，中部山區歷年雨量多在3000公厘左右，若迎風山坡地可達4000～5000公厘，東部沿海各地，年雨量自1500～3000公厘不等，西部平原接近山麓地帶多在1500~2000公厘。

季風為控制雨量的主宰，益以地形因素，遂使台灣南部、北部雨量之季節性變化顯著不同。夏季西南季風盛行，風力溫和，在炎日之下，易生對流性雷雨，為中南部帶來大量降水，在此期間北部則為乾季。月平均雨量，台北268.8mm，台中278.1mm，台南335.5mm，台東287.3mm。仍是北部最低，南部最高，中、東部相近，在此得到引證。

其他夏季的氣象條件值得一提的是風，台灣的



圖一　雲林縣莿桐鄉梅雨害、水稻倒伏情況。(1998年6月)

風主要受季風所控制，夏季西南風盛行，自五月開始，為期約四個月，惟風力和緩，例如恒春七、八兩月之平均風速為每秒2.8公尺，台南為每秒2.6公尺。

颱風為威脅台灣最嚴重的災害天氣，所謂「颱風季」應從五月開始，十月終止，每年平均受颱風侵襲約3.5次，八月最多1.06次，七、九兩月次之，各為0.85次。有關颱風形成及其災害。亦是這次探討的重點，同時亦以農業氣象研究室夏季的試驗研究概況向各位報告。

夏季（6、7、8、9月）的梅雨及其農業災害

梅雨是指春末夏初，即五月份起，中國華南地區高壓急劇衰退，印度北部低壓伸展，太平洋高壓增強，台灣盛行西南季風或東南風。地面輻合帶從日本海向西南延伸，經台灣至中南半島及印度，形成徘徊流連的梅雨鋒，帶來全台灣之連續性或間歇性降雨。例如1979年6月之梅雨。中南地區之一期作水稻，熱帶果樹如芒果，蓮霧等時值成熟期，因此梅雨期間之霪雨，常常造成水稻之倒伏，發芽，亦常使果樹發生落果，蔬菜發生浸水腐爛。由於梅雨持續時間較長，同時當鋒面在台灣上空或附近海面徘徊時，加上西南氣流伸入，時常造成中南部地區發生豪雨。這次豪雨不斷造成嚴重的農業災害，則是梅雨惹來的禍。由表一所示，今年6月1日至6月11日十一日之間自台中以南梅雨量急增，台灣南部即台南、高雄及恒春三地之降水量，則日平均雨量皆超過50mm，按照中央氣象局的定義，已構成大雨之可能導致災害者。嘉義以南亦有單日超過130

表一　1998年6月1日至6月11日之梅雨量（mm）.

月/日 \ 地點	恒春	高雄	台南	嘉義	台中	新竹	台北	基隆	宜蘭	花蓮	台東
6/1	192	54	20	25	21	0	5	3	0	0	9
6/2	50	134	102	53	16	0.4	0	0.5	38	0	4
6/3	148	127	52	53	12	12	2	11	20	71	21
6/4	312	146	31	10	75	58	105	99	31	1	15
6/5	111	222	21	26	39	28	34	25	24	35	35
6/6	45	44	24	30	21	0	0	0	3	4	38
6/7	9	32	52	72	114	42	12	12	4	16	3
6/8	73	90	138	155	69	19	3	3	1	11	48
6/9	2	18	99	43	48	6	3	5	6	3	0
6/10	0	81	31	12	15	6	4	5	0.7	1	0.5
6/11	0	19	23	11	33	10	5	5	42	3	0.7
總數	942.0	967.0	593.0	490.0	463.0	181.4	173.0	168.5	169.7	145.0	174.2
平均	85.6	87.9	53.9	44.6	42.1	16.5	15.7	15.3	15.4	13.2	15.8

mm之豪雨量。災害更嚴重，據農林廳的報告：自6月1日起受到西南氣流及鋒面影響，局部地區降下豪雨，截止6月11日17時止，全台灣農業總損失新台幣15億7千8百萬元。農作物損失方面，被害面積43, 335公頃，受害作物以一期作水稻倒伏或發芽27,418公頃最為嚴重，其次為落花生及蔬菜浸水腐爛受害各為4,107公頃與2,890公頃。受損地區以雲林縣損失4億2千3百萬元最為嚴重。圖一所示為該縣莿桐鄉一期作水稻倒伏的情況。可見梅雨對於台灣農作造成之災害面積廣，受害種類亦多，是台灣雨量最嚴重的一種。

何謂颱風？其形成、路徑與災害

颱風是一種劇烈的熱帶氣旋，熱帶氣旋就是在熱帶海洋上發生的低氣壓。在北半球的颱風，通常發生在北太平洋西部，即北半球的東經180°以西的太平洋或南中國海出現的熱帶低氣壓裡，最大風速達到17公尺/秒以上謂之颱風。並以颱風中心作逆時針方向轉動，在南半球作順時針方向轉動。而侵襲台灣的颱風亦大都來自北太平洋西部，發生的地點以加羅林群島，馬利安納群島和帛琉群附近一帶最多，另外也有部份來自中國南海海面，但次數較少。

颱風的形成原因，到現在還沒徹底明瞭。但已知它是由熱帶大氣內的擾動發展而來的。在熱帶海洋上，海面因受太陽直射而使海水溫度升高，海水容易蒸發成水汽散布在空中，故熱帶海洋上的空氣溫度高、濕度大，這種空氣因溫度高而膨脹，致使密度減小，質量減輕，而赤道附近風力微弱，所以很容易上升，發生對流作用，同時周圍之較冷空氣流入補充，然後再上升，如此循環不已，終必使整個氣柱皆為溫度較高、重量較輕、密度較小之空氣，這就形成了所謂的「熱帶低氣壓」。

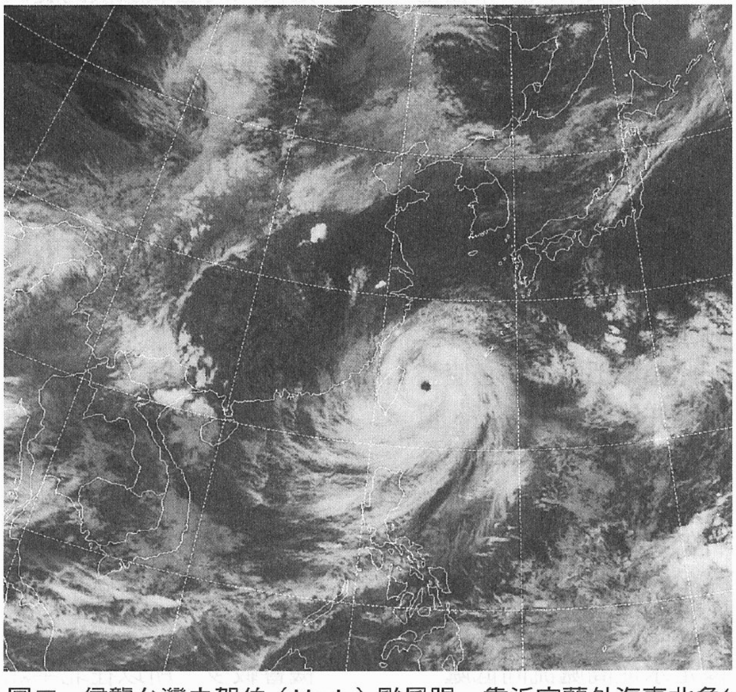
然而空氣之流動是自高氣壓流向低氣壓，就好像是水從高處流向低處一樣，四周氣壓較高處的空氣必向氣壓較低處流動，因而形成「風」。在夏季，因為太陽直射區域由赤道向北移，致使南半球之東南信風越過赤道轉向成西南季風侵入北半球，和原來北半球的東北信風相遇，更迫擠此空氣上升，增加對流作用，再因西南季風和東北信風方向不同，相遇時常造成波動和旋渦。這種西南季風和東北信風相遇所造成的輻合作用，和原來的對流作用繼續不斷，使已形成為低氣壓的旋渦繼續加深，也就是使四周空氣加快向旋渦中心流，流入愈快時，其風速就愈大；當近地面最大風速如上述每秒17.2公尺以上時，則為颱風之形成。

如前述颱風發生的環境，必須有較高的氣溫和大量的水汽。發生對流作用，以及不同方向不同秉性的風，且發生波動而造成旋渦等，此均以夏、秋環境較為適合。過了秋季，太陽直射部分往南移，南半球之東南信風不能侵入北半球，能形成颱風的機會較少，所以在北半球颱風多發生在夏季的七、八、九三個月；秋、冬季

即十二月至翌年四月間則極少發生。

颱風的暴風範圍相當大，其半徑約有三、四百公里，而颱風大致為一半徑甚大的雲柱，其高度據觀測有一萬八千餘公尺。在這圍繞龐大的雲柱中心部分是無雲或雲層很薄，而且沒有風雨現象，則是颱風眼。如圖二所示，為1996年7月31日侵襲台灣之賀伯（Herb）颱風眼，當日夜晚8時接近宜蘭之外海。此強烈颱風（51 m/s），為近30年來侵襲台灣生命財產損失最慘重的天然災害，造成556人的死傷，估計農作物及其他設施損失約新台幣200億元。

通常颱風眼的中心為平靜無風，邊緣是颱風風力最強的地方，通常颱風中心，即颱風眼內為平靜無風雨現象，天上僅有薄雲，甚至能見天日或星斗。但颱風眼邊緣處卻是風雨最大之處。颱風警報中，所說中心附近最大風速秒若干公尺，就是指此處風速而言。所謂颱風登陸，乃指颱風中心（颱風眼）自海上移至陸地時。故當颱風眼移至陸地時，大都導致登陸之處發生嚴重之災害。然後漸向外則雲層漸高也漸薄，風雨亦漸弱。則其過程簡而言之，為一颱風逐漸接近，颱風眼通過，約二、三十分鐘後，狂風暴雨出現，然後颱風雨漸弱而離去。

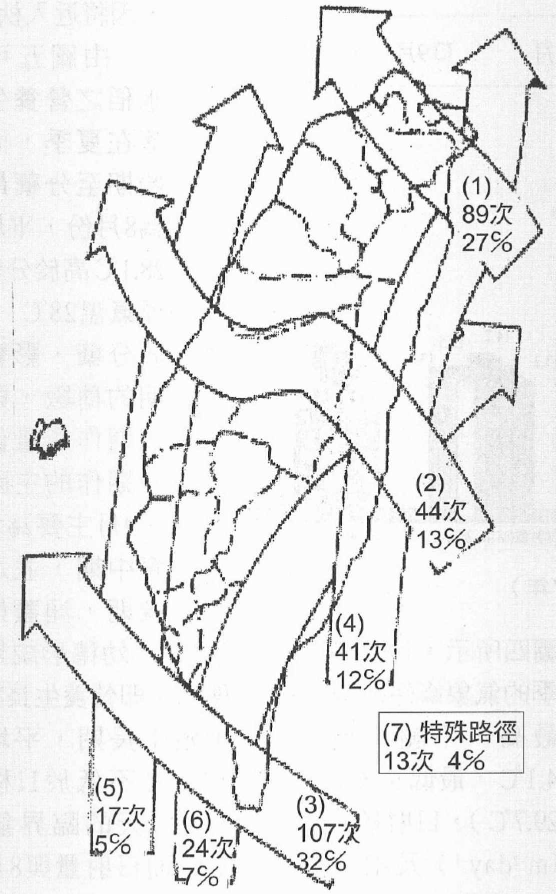


圖二　侵襲台灣之賀伯（Herb）颱風眼，靠近宜蘭外海東北角(1996年7月31日)

颱風侵襲台灣的路徑分成七類，如圖三所示，百年間通過台灣北部及北部海面向西或西北進行者，共89次，占百分之二十七。通過中部向西或西北進行者有44次，占百分之十三。通過南部及南部海上向西或西北進行者有107次，占百分之三十二。沿東岸（東部海面）與西岸（台灣海峽）北上者，分別為44次，占百分之十三，及17次，占百分之五。

如上述台灣位於颱風路徑的要衝，每年均受颱風侵襲而導致慘重災害損失。台灣氣象災害（颱風、梅雨、乾旱及寒潮等），以颱風危害最烈，約

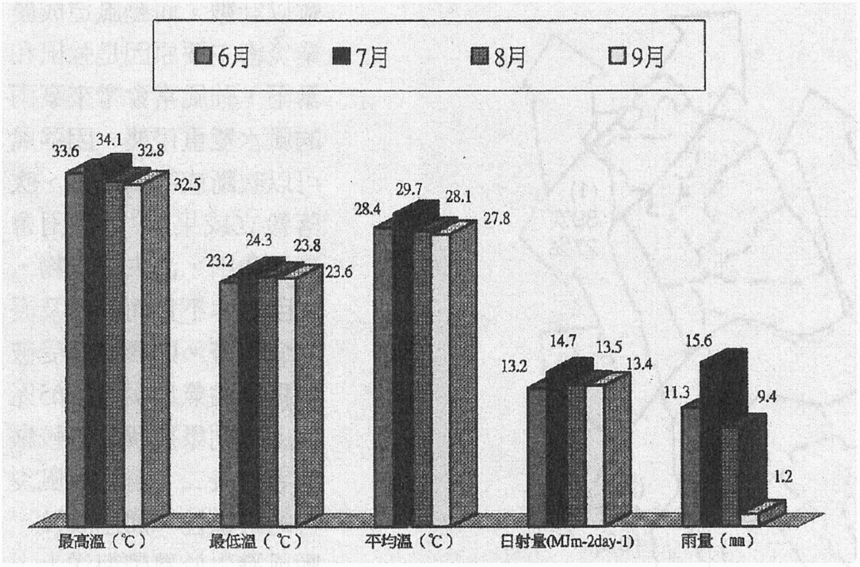
占所有的氣象災害76.6。據三十六年間（1961－1996年）之統計資料，台灣地區因颱風而死亡人數2663人，受傷人數8299人，房屋全倒約9.4萬間，半倒約17.1萬間。財物損失更難以計數。而颱風造成農業災害主要原因是強風和暴雨，強風常會帶來豪雨的風水雙重侵襲。因強風可以吹斷或吹倒作物、吹落穀立或果實 ；暴雨會淹沒農田，流失農作物，或因排水不良而倒伏及發生病蟲害。則農業遭受破壞損失佔氣象災害的65%以上。列舉幾個災害較嚴重者如表二。可知颱風災害的嚴重性。前已談及，颱風發生於熱帶海洋上，在廣大海洋上無法建立很多氣象觀測站，只有從極少數的島嶼及航行輪船上的觀測得到一些氣象資料，憑這些少數資料對颱風的瞭解是絕對不夠的，所以過去必須經常派氣象偵查飛機實地觀測。自有了氣象衛星後 ，只要在海



圖三　侵襲台灣颱風路徑之分類(1897-1996年）

表二　近三十六年（1961~1996年）侵襲台灣之颱風及其災情。

颱風名稱	侵台時間	死亡人數	受傷人數	屋毀間數	農業損失 金額(當年幣值)
波蜜拉	50.9.11	279	1,810	35,121	約三億元
葛樂禮	52.9.11	數百人	千人以上	30,000	政府約五億元以上 民間無法估計
賽洛瑪	66.7.25	72	300	約2,000	約二百億元
韋　恩	75.8.21	87	422	30,056	約八十二億元
提　姆	83.7.10	23	70	361	約三十六億元
賀　伯	85.7.31	73	463	1,383	約一九二億元



圖四　台灣中部地區夏季之氣象條件（1997年）

洋上有颱風發生，即刻就能查覺，如同千里眼般地隨時監視，可充分掌握颱風的變動，並從衛星雲圖上分析出颱風的中心位置，強度、雲系分布、移動方向等資料，供颱風測報之用，因此氣象衛星資料實為颱風測報中最有效工具之一。此衛星遙測再配合氣象雷達的較短距離偵測，對颱風的中心位置、移動方向、降水強度等的觀測更為精確。相信當今的颱風暴雨災害的防患措施會比從前更有效。

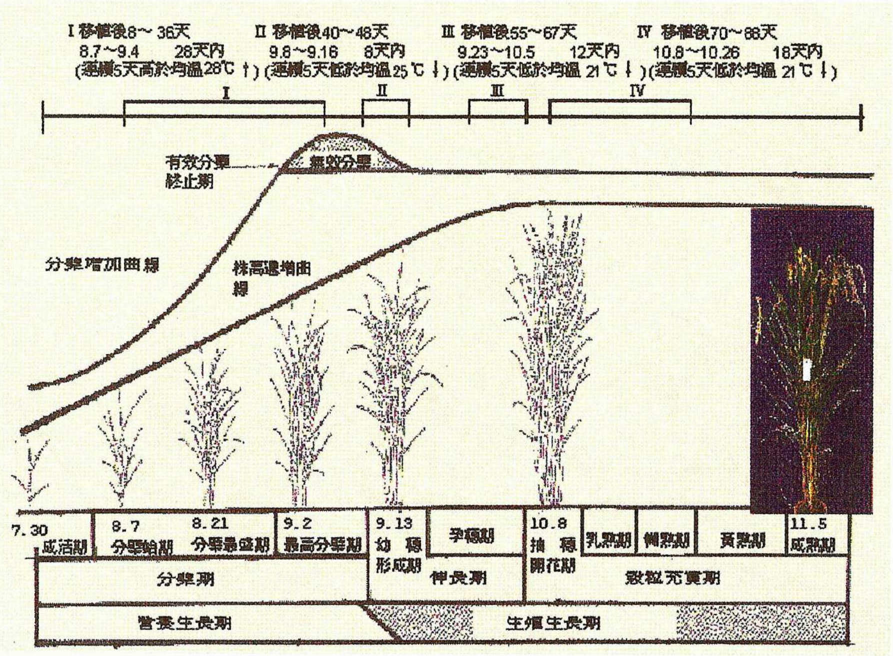
台灣中部夏季的氣象條件及其農作概況

如圖四所示，1997年中部夏季的氣象條件都是7月份最高，不論氣溫（最高34.1℃，最低24.3℃，平均29.7℃），日射量（$14.7MJm^{-2}day^{-1}$）及雨量（15.6mm）皆是。整年（蔡等，1998），往年（蔡，1993）亦皆如此。去年西太平洋颱風發生地（加羅林群島等地），可能因聖嬰（E1 NIÑõ）異常氣象溫度低於28℃，則7、8、9月颱風侵襲台灣次數減少，而6月份又因梅雨季，即此月份雨量僅次於7月，其他氣象條件（氣溫、日射量）6及8月皆很相近，9月份為夏季最低，因將近入秋季。

由圖五可知，水稻之營養生長皆落在夏季，而分蘗始期至分蘗最盛期為8月份，平均氣溫28.1℃高於分蘗的臨界氣溫28℃，不利於分蘗，影響收穫期的穗數，則是第二期作產量低於第一期作的主因之一。9月主要為水稻生育中期，並連接前後期，涵蓋最高分蘗期、幼穗形成期及孕穗期，即營養生長期進入生殖生長期，平均氣溫27.8℃不低於II移植後40~48天的臨界氣溫25℃，而日射量與8月相近，雨量（1.2mm）最低，有利於幼穗形成，整體而言9月的氣象條件適合於水稻生育。

有如上述夏季常遭受梅雨、颱風、豪雨的侵襲，蔬菜葉片常被雨打傷、或久浸水，根部易窒息枯死，則造成蔬菜短缺，價格暴漲，如1994年九月葛拉絲暴風侵襲台灣，致使當時西螺產地蔬菜批發價格突破每公斤四十一元大

關，一些品質較好的蔬菜更直逼七十元。除了此嚴重災害之外，夏季亦受海洋的影響較大，常被溫熱的海洋氣團所控制，加上地面蒸發，對流旺盛，下午常有雷雨發生，會使巨峰葡萄、高接梨等園藝作物減產；又如前述夏季氣溫雨量為整年最高，李(1979)於中國溫暖氣候的江南進行綠葉蔬菜試驗，得知蔬菜生長的適宜溫度在20~25℃之範圍。由圖四可知，中部地區夏季唯最低氣溫適適於蔬菜生長，其他最高、平均氣溫皆高於適宜溫度，而6、7、8月的雨量亦過多。不利於蔬菜生長。則蔡等（1998）經三年（1995~1997）之露地小白菜栽培試驗，夏季之小白菜平均鮮重產量1568.4gm^{-2}為四季當中最低。與秋季生產的4677.4 gm^{-2}相比，差異約三倍。因此，目前蔬菜專業區普遍利用防風或防雨設施以穩定或提高蔬菜生產。農業氣象研究室多年來致力人工設施蔬菜生產的研究，其成果曾經發表於技術推廣雜誌及國內外學術刊物等，以供設施蔬菜生產的改進參考依據。



圖五 臺灣中部二期作水稻品種臺農67號之生育模式及其預警時期（生育日數96天）

結語

夏季的太陽高照，即日射量及氣溫等氣象條件為四季當中最高，過猶不及，反而對於作物生育造成不利的影響，以致歉收。另外在熱帶海洋上，海面因受太陽直射而使海水溫度升高，海水容易蒸發成水汽散布在空中，故熱帶海洋上的空氣溫度高、濕度大，這種空氣因溫度高而膨脹，致使密度減小，質量減輕，而赤道附近風力微弱，所以很容易上升，發生對流作用，等種種原因構成颱風，而帶來豪雨。前者為耕田氣候災害，後者是天然氣象災害。都會構成農業生產損失，至於此兩種之農業災害防患措施，因篇幅有限，另篇再向各位報告，